# Studien über die Entwicklung des knöchernen Unterkiefers der Vögel

cand. med. **F. Schenk,**

*Demonstrator am k. k. zahnärztlichen Universitäts-Institute des Prof. Scheff in Wien.*

(Mit 5 Tafeln.)

Der Unterkiefer in seiner Grundlage bildet bei den Vögeln eine jener interessanten Knochenformationen, wie sie beim Menschen und bei den Säugethieren nicht zu sehen ist. Als ein Greiforgan passt sich derselbe der Lebensweise und mit Rücksicht darauf, dass die knöcherne Grundlage des Unterkiefers bei den Vögeln die Hauptstütze für den Unterschnabel des Vogels bildet, auch der Nahrung an.

Bei dem Säugethierembryo finden wir die knöcherne Grundlage wohl in den frühesten Phasen der Entwicklung in der Anlage getrennt, wie ich das in einer früheren Arbeit[1] nachgewiesen habe, in späteren Stadien, zur Zeit, wo die Zahnanlage beim Menschen und den übrigen Säugethieren zu erkennen ist, ist von der ursprünglichen Anlage nur ein mächtiges zusammenhängendes Knochengebilde als Deckknochen vorhanden, welches in seiner Ausbildung keine Sonderung erkennen lässt, die seiner frühesten Entwicklungsform entsprechen würde.

Wir sahen beim Säugethierembryo zuerst nach aussen vom Meckel'schen Fortsatze eine knöcherne Grundlage in Form einer kleinen Knochenplatte, an deren Oberfläche die Osteo-

---

[1] F. Schenk, Über die erste Anlage des Unterkiefers und der Zahnalveolen. Diese Sitzungsberichte, 1896, CV Bd.

blasten sammt dem umgehenden Bindegewebe gelagert waren; im weiteren verhält sich diese Lamelle derart, dass sie im proximalen Antheile des Unterkiefers dünner wird und in einer Fortsetzung von dicht gefügtem embryonalen Bindegewebe aufhört. Im distalen Abschnitte des Unterkiefers steht die Lamelle dem Meckel'schen Knorpel näher und liegt ihm stellenweise an, an welcher Stelle auch die erste Verdickung der Knochenmasse zu sehen ist, die in der Richtung nach aussen zieht. Tomes[1] theilte einiges über das Wachsthum der Kieferbeine mit, was mehr auf die späteren postembryonalen Vorgänge des Unterkiefers, besonders des menschlichen, Bezug hat. Unter einem grösseren Winkel nach ausen von dieser Platte am Meckel'schen Fortsatze erhebt sich eine zweite Formation einer Knochenplatte, welche Anfangs von der ersteren getrennt ist, später sich ihr nähert und mit ihr vereinigt eine in oraler Richtung offene Furche begrenzt. An diese zwei Knochenlamellen kommt noch in späteren Entwicklungsstadien eine dritte derart zu liegen, dass sie die offene Furche theilweise deckt, da die zu den Zähnen ziehenden Nerven und Gefässe durch diese letzte Platte hindurchziehen müssen. Zum Schlusse bildet sich eine knöcherne Formation in Form einer Terrasse, die über die dritte Lamelle aufgebaut ist, welche die Grundlage für den Alveolartheil des Unterkiefers bildet. Kommt es zur Entwicklung der Zähne, dann formen sich diese Knochenanlagen derart, dass sie den Zahnanlagen sich anpassen, und bei diesem Entwicklungsvorgange zeigt es sich, dass die embryonale Bildungsform von getrennten Knochenanlagen nicht mehr zu erkennen ist, indem die knöchernen Massen des Unterkiefers derart aneinander gefügt erscheinen, dass von der ursprünglichen Trennung nichts mehr zu sehen ist,

Der Unterkiefer der Vögel dagegen lässt während des Embryonallebens und einen guten Theil im postembryonalen Leben eine Trennung einer Reihe von Knochen erkennen, die bei einigen Vögeln sogar durch die ganze Zeit des Lebens erhalten bleibt, bei anderen wiederum durch eine bindegewebige

---

[1] Tomes, Jahrbuch der Zahnheilkunde, 1892. Studien über das Wachsthum der Kieferbeine.

Zwischenmasse oder durch Nähte mehr oder weniger innig vereinigt sind und bei noch anderen können die einzelnen im Embryonalzustande getrennten Knochen miteinander verwachsen sein, so dass man von ihrer früheren Trennung zuweilen nicht einmal Andeutungen vorfindet; es werden daher bei einigen Vögeln neun oder zehn einzelne paarig und symmetrisch angeordnete Knochenstücke unterschieden.

Sehr interessant ist die Thatsache, dass der Meckel'sche Knorpel längere Zeit erhalten bleibt, so dass beispielsweise Hühner im Alter von 6—7 Wochen das Vorhandensein des Meckel'schen Knorpels noch erkennen lassen. Bei völlig ausgewachsenen Hühnern, welche ich fernerhin zu meinen Studien benützte, zeigten die Unterkieferäste eine feste Platte ohne deutlich zurückbleibende Nähte,

Nach der Zusammenstellung von W. K. Parker[1] finden wir am Unterkiefer beiderseits das Os dentale, angulare, supraangulare oder coronoideum, spleniale oder operculare, das complementare und das articulare.

Nach den Angaben von Gadow[2] besteht der Unterkiefer aus 11 Knochen.

Über die Verbindung dieser Knochen spricht sich Fürbinger[3] folgendermassen aus: »Auf die systematische Verwerthbarkeit der Mandibula (das Inframaxillare) der Vögel hat Nitsch zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt, indem er bei *Caprimulgus* eine auch bei dem Erwachsenen zu beobachtende bewegliche Verbindung der unpaaren dentale mit den paarigen (aus der Verschmelzung des articulare, complementare, angulare, supra angulare und operculare hervorgegangenen) Unterkieferästen erkannte. Weiterhin ist auf das Offenbleiben oder den Verschluss der medialen Unterkieferfontanelle, auf die grössere oder geringere Entwicklung des Proc. mandibul. posterior hingewiesen worden.«

---

Parker und G. T. Bellamy, The morphology of the skull. London 1877. Deutsch von B. Vetter, Stuttgart 1879.

Hans Gadow, Bronn's Classen und Ordnungen. Leipzig, Winter'sche Verlags-Buchhandlung, 1891.

3 Max Fürbinger, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. Jena, G. Fischer 1888.

Die Entwicklung der Unterkieferknochen bei den Vögeln geht folgendermassen vor sich. Das Os dentale entwickelt sich bei den jetzt lebenden Vögeln unpaar, der Knochenkern entsteht gerade an jener Stelle, wo die beiden Unterkieferhälften bei den Wirbelthieren die Symphyse bilden. Das Os dentale entspricht dem Alveolartheil des Unterkiefers der Säugethiere und trägt nur bei *Odontornithes* Zähne. Was die übrigen Knochen betrifft, so ist die Anlage paarig.

Das Os articulare, der einzige aus Knorpel entstehende dieser Knochen, bildet die Gelenkfläche für das Quadratbein.

Das Os supraangulare sive coronoideum bildet den oberen Rand des Unterkiefers, zwischen dem articulare und dentale. Der untere Rand desselben liegt dem angulare an.

Das Os angulare bildet den hinteren unteren Theil der Mandibula und schiebt sich nach vorne als langer dünner Fortsatz über die innere Fläche des Os dentale.

Das Os operculare ist eine dünne langgestreckte Platte, welche der Innenfläche des dentale und angulare aufliegt, und mit ersterem den Canal für die Nerven und Gefässe des Unterkiefers bildet.

Das Os complementare liegt als kleiner dünner Knochen der Innenfläche des Supraangulare auf und bedeckt den hintersten Theil des Canalis inframaxillaris. Es ist wegen frühzeitiger Verwachsung schwer zu erkennen. Die Verschmelzung im postembryonalen Leben der einzelnen Knochen tritt zu verschiedenen Zeiten ein. Am frühesten erfolgt sie zwischen articulare, supraangulare, complementare und theilweise angulare, in späterer Zeit zwischen operculare und dentale mit dem supraangulare und dem angulare, deren Trennung sogar noch bei alten Individuen deutlich zu erkennen ist. An dieser Stelle findet sich bei jungen Vögeln ein Loch, welches bei vielen Familien durch die ganze Lebenszeit hindurch persistirt.

Bei den Untersuchungen über den Unterkiefer der Vögel suchte ich die Querschnitte von Tauben und Hühnern aus den möglichst frühen Stadien zu verwerten, und da fielen mir einige Thatsachen auf, durch welche es sich herausstellt, dass beim Gange der Entwicklung des Unterkiefers der Vögel sich manche Erscheinungen zeigen, welche, wie auch die Anatomie des

Unterkiefers lehrt, verschiedenster Natur sind. Bei den Reptilien, wo sich ähnliche Verhältnisse zeigen, wurde die Morphologie des Unterkiefers und auch einiges über Entwicklung der einzelnen Knochen desselben von O. Hertwig[1] untersucht, wobei aber zumeist vorgerücktere Stadien in Betracht gezogen wurden. In den Anfangsstadien sieht man an der Aussenseite des Meckel'schen Fortsatzes eine knöcherne Lamelle im Gebiete des Os dentale; diese Lamelle ist auf dem Durchschnitte ähnlich gestaltet wie am Unterkiefer der Säugethiere. Von Tauben und Hühnerembryonen habe ich die Reihenfolge in frühen Stadien vom siebenten bis achten Tage angefangen beobachtet und fand im Allgemeinen die Anlage des Os dentale auswärts vom Meckel'schen Fortsatze; doch fiel mir auf, dass die Knochenplatte weiter nach aussen von dem genannten Fortsatze gelegen war, wie ich dies bei Säugethieren beobachtete.

Wenn ich nun von demselben Taubenembryo die Durchschnitte weiter in der Richtung gegen die Stelle, welche der Anlage des Articulare entspricht, verfolge, so verschwindet die Knochenplatte des Dentale, wird allmälig dünner und läuft fadenförmig aus. Dagegen zeigt sich im weiteren Verlaufe die Anlage der einzelnen Knochenstücke des Unterkiefers isolirt.

An dem Querschnitte von Taubenembryonen vom eilften Tage sehe ich proximal vom dentale Anlagen von Knochen, die nicht mehr in Form von Plättchen auftreten, sondern am Querschnitte zeigen sich mehr weniger rundliche Inseln von Knochenanlagen im Bindegewebe von verschiedener Form, die theilweise nach unten, theilweise nach aussen vom Meckelschen Knorpel gelegen sind und mit entsprechenden Knochen correspondiren, welche dem proximalen Theile des Unterkiefers angehören. Sämmtliche Knochenstücke also, die den Unterkiefer des Vogels zusammensetzen, sind gleichzeitig angelegt

[1] O. Hertwig, Archiv für mikroskopische Anatomie, 11. Bd. Supplement-Heft. Bonn. — Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletes der Mundhöhle. Eine vergleichend-anatomische entwicklungsgeschichtliche Studie von Dr. O. Hertwig.

Zu meinen weiteren Studien über die Knochenbildung des Unterkiefers dienten mir Taubenembryonen vom eilften Tage der Entwicklung, da wir hier bereits die vollständig angelegten Knochen deutlich erkennen können, während man in den früheren Stadien nur die entsprechend dichter gefügten bindegewebigen Anlagen derselben sieht. Wir wollen nun mit der Schilderung der Reihenfolge von Durchschnitten beginnen, wie wir sie an einem eilf Tage alten Taubenembryo gewonnen haben und heben nun aus derselben diejenigen Abbildungen von Querschnitten heraus, welche als die wichtigsten zu bezeichnen sind, um über den Gang der Entwicklung der einzelnen den Unterkiefer zusammensetzenden Knochen Aufschluss zu erlangen.

Wenn wir vom Os articulare angefangen nach vorne gegen das Dentale hin die Reihenfolge schildern, so werden wir im Allgemeinen finden, dass die Muskelanlagen, welche an dem Unterkiefer inseriren, sich zumeist in der Umgebung des proximalen Abschnittes der den Unterkiefer zusammensetzenden Knochen vorfinden. Nach vorne zu, in der Richtung gegen das Dentale, nehmen dieselben ab. Der Meckel'sche Fortsatz liegt bei allen Durchschnitten nach innen von der Knochenanlage und ist in den Anfangsstadien die der Mundhöhle zugekehrte Fläche desselben überall frei von Knochen. Ihn umhüllt im ganzen Verlaufe ein dicht gefügtes Bindegewebe, welches von einem locker gefügten umgeben ist. Es zeigt sich, dass der Meckel'sche Fortsatz, bei dem die knorpeligen Elemente dicht gedrängt aneinander liegen, in diesen Stadien überall auf dem Querschnitte grösser erscheint als in den vorausgegangenen Entwicklungperioden und nimmt derselbe von hinten nach vorne besonders in seinem Querdurchmesser bedeutend ab, wodurch er, wie die Reihenfolge von Fig. 1—6 (Mk.) deutlich erkennen lässt, eine mehr ovale Form annimmt. Das Os articulare entsteht, wie oben bemerkt wurde und wie auch Gadow hervorhebt, aus knorpeliger Grundlage. Von ihm sehen wir Anfangs nichts weiter als eine kleine Knorpelmasse. Die anderen Knochen, die den Unterkiefer des Vogels zusammensetzen, sind durchwegs Deckknochen; sie entstehen sämmtliche aus Bindegewebe und sind getrennt angelegt.

In Fig. 1 ist ein Durchschnitt in der Gegend des Unterkiefers vom Taubenembryo des eilften Tages dargestellt, wo man das Coronoideum in seiner grössten Ausbreitung getroffen sieht. Die knöcherne Anlage *C* ist auf dem Querschnitte nach unten breiter, oralwärts *O* ist sie etwas dünner, nach innen *i* gegen den Meckel'schen Fortsatz zeigt dieselbe entsprechend seiner äusseren Oberfläche eine schwache Einbiegung. Über dem oberen Rande des Meckel'schen Fortsatzes, besitzt der Knochen einen kleinen Vorsprung *i*, der nach innen ragt, worauf dann wieder eine schwache Einziehung desselben erfolgt; um den Knochen herum ist Bindegewebe vorhanden, welches dem Perioste angehört und das mit dem embryonalen Knochen und einigen Muskelausläufern der Kaumusculatur (Ms.) dicht zusammenhängt, oder auch Querschnitte von Muskeln umschliesst. Diese Knochenanlage ist proximalwärts am dichtesten gefügt, der Knochen ist viel dicker als er distalwärts erscheint. Das Bindegewebe des Meckel'schen Knorpels hängt mit dem bindegewebigen Knochenüberzuge an dem vorspringenden Winkel nach innen (*i*) dicht zusammen.

Gehen wir nun in distaler Richtung am Unterkiefer desselben Embryos vor, so kommen wir zu einem Querschnitte, der uns ein Bild gibt, wie es Fig. 2 zeigt.

An demselben begegnen wir nun zwei Durchschnitten von Knochen, deren einer, der grössere, nach aussen vom Meckel schen Knorpel liegt und das Os coronoideum vorstellt. Der andere, der nach unten und theilweise nach innen vom Meckel-schen Knorpel liegt und sich kleiner auf dem Querschnitte zeigt als der erstere, bildet die Grundlage des Os angulare. Beide Knochen sind durch eine bindegewebige Verbindung mit einander vereinigt, welches Bindegewebe theilweise mit dem umgebenden Bindegewebe des Knochens in Verbindung steht, theilweise aber auch bis an das umgebende Bindegewebe des Meckel'schen Knorpels hinzieht. Diese Verbindung ist in jüngeren Stadien grösser, bei älteren Embryonen wird dieselbe mehr eingeengt. Das Os coronoideum wird in dieser Höhe nach oben und unten so ziemlich gleich weit sein, und in der Mitte hat sich die knöcherne Masse sogar etwas lamellenarig verdünnt.

Es ist demnach die Form des embryonalen Coronoideum in diesem Stadium derart gestaltet, dass dasselbe gegen das Angulare zu verdickt erscheint und ein nach oben gerichtetes dünneres Ende mit einem spitzen Vorsprung trägt, der an den oberen Rand des Meckel'schen Fortsatzes reicht. Dieser spitze Vorsprung flacht sich allmälig in der Richtung nach vorne mehr ab, dabei verdünnt sich die Lamelle und bleibt auch gegenüber dem proximalen Theile in diesem Abschnitte mehr verdünnt erhalten. Reste von diesem genannten spitzen Fortsatze *i*, welcher in dieser Höhe nicht so stark ausgeprägt ist, hängen noch mit dem umgebenden Bindegewebe des Meckel'schen Knorpels innig zusammen. Dieser spitze Fortsatz ist auch in späteren Stadien bei Hühnern und Tauben, schon nachdem diese die Eihülle verlassen haben, ziemlich stark markirt und bildet einen Vorsprung, welcher der Wandung einer Furche entspricht, die an der Innenseite des Coronoideum zu sehen ist, in der die Nerven *(n)* und die Gefässe (gef.) liegen. Das Angulare (ang.) stellt ein nahezu dreieckiges Bild auf dem Querschnitte vor, dessen ein Schenkel die Wand der bindegewebigen Vereinigung bildet und theilweise nach unten und innen vom Meckel'schen Knorpel reicht. Der andere Schenkel bildet den unteren Rand des Unterkieferknochens und der dritte Schenkel steht nach innen oralwärts. Der ganze Knochen ist von Bindegewebe umgeben, welches an jener Stelle, wo es an den Meckel'schen Knorpel anliegt, auch dichter gefügt ist. Beide Knochen sind derart um den Meckel'schen Knorpel angeordnet, dass sie denselben von innen frei lassen, so dass das umgebende Bindegewebe des Meckel'schen Knorpels auch theilweise den Muskeln des Kauapparates als Insertion dient.

In der Richtung gegen das Dentale zeigt ein weiterer Querschnitt desselben Embryos (Fig. 3), dass vom Coronoideum *co* nur noch der obere und untere Theil der Verdickung vorhanden ist, während statt der dünner gewordenen Lamelle, welche die beiden Stücke mit einander vereinigt, nur Stränge verdichteten Bindegewebes zu sehen sind.

Es zeigt dieses Bild, dass das Coronoideum nach vorne zu in zwei Spitzen ausläuft, welche beim Embryo auf eine grössere Strecke hin sich ausdehnen, bis sie endlich sich mit

dem umgebenden Bindegewebe dicht vereinigen. Bei der Gans im Alter von ungefähr acht Wochen, wo bereits sämmtliche Knochen des Unterkiefers weit ausgebildet sind, ohne mit einander verwachsen zu sein, zeigte nur das Coronoideum zwei spitze Ausläufer, von denen der obere kürzer als der untere ist und die eine Furche bilden, in welche sich das Dentale einschiebt. Es ist demnach die Form des Coronoideum bis auf die späteren differenten Grössenverhältnisse beim Embryo bereits im vorneherein in der Anlage gegeben.

Das Os angulare spitzt sich nach vorne zu und plattet sich mehr ab; demnach wird die dreieckige Form auf den Querschnitten nach vorne verschwinden und der Durchschnitt wird sich als eine von oben nach unten sich ausdehnende Knochenmasse im Bindegewebe darstellen. Während sich beim erwachsenen Thiere das vordere Ende des Angulare an die Innenfläche des Dentale anlegt, steht dasselbe, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, von dem Dentale verhältnissmässig weiter entfernt, was lediglich darauf zurückzuführen ist, dass die zwischen dem Angulare (ang.) und dem Dentale (dent.) befindlichen bindegewebigen Antheile um die bezüglichen Knochen und den Meckel'schen Fortsatz verhältnissmässig massenhafter sind als wir dies am Unterkiefer des ausgewachsenen Thieres beobachteten. Auch zeigt sich, wie wir später noch hervorheben werden, eine andere Lagerung der Knochen während der Entwicklung, als dies beim Erwachsenen der Fall ist. So z. B. finden wir das Os coronoideum, wie Fig. 1 und 2 zeigen, derart beim Embryo gelagert, dass der obere und untere Rand des Unterkiefers vom Os coronoideum gebildet wird, während das Os angulare theilweise nach innen vom Dentale und theilweise nach unten und innen vom Coronoideum gelagert ist; beim erwachsenen Thiere reicht das Coronoideum nur selten bis zum unteren Rande des Unterkiefers, welcher am proximalen Theile vom Angulare gebildet wird.

Nach aussen vom Meckel'schen Knorpel in dem Bindegewebszuge, welcher zwischen dem oberen und unteren Theile des Coronoideum (co.), der in Fig. 3 noch zu sehen ist, ist eine von oben nach unten auf dem Querschnitte linienartig ziehende Knochenanlage zu finden, welche im Durchschnitt eine dünne

Knochenlamelle darstellt, die Anlage des Os dentale, welches in seinem hintersten Abschnitte sich ähnlich zeigt, wie wir dieselbe als Anlage des Unterkiefers beim Säugethierembryo in einem früheren Aufsatze geschildert haben. Die einschichtige Lamelle ist nur hier auf eine grössere Strecke ausgedehnt und liegt etwas weiter vom Meckel'schen Knorpel als bei den Säugethieren beobachtet wird. Diese äusserst dünn angelegte Knochenlamelle nimmt in der Richtung zum distalen Theile des Unterkiefers allmälig an Ausdehnung, sowie auch an Dicke zu; im hinteren Abschnitte bewahrt sie den embryonalen Charakter längere Zeit fort und bleibt auch späterhin nur als dünne, lang auslaufende Lamelle erhalten, wird aber dann doch einigermassen dicker, während sie im distalen Theile Veränderungen zeigt, die denen nahe kommen, welche wir vom Säugethier-Unterkiefer kennen.

In Fig. 4 sehen wir das Dentale von demselben Unterkiefer bereits höher und dicker geworden, was schon da auftritt, wo der untere Rand des Coronoideum auf dem Querschnitte nicht mehr zu sehen ist. Diese Lamelle verlängert sich in der Richtung von oben nach unten immer mehr, je weiter wir an dem Unterkiefer nach vorne schreiten, wo dann die übrigen Knochen auf den Durchschnitten nicht mehr getroffen werden; erst weiter nach vorne treten die anderen Lamellen an demselben auf. An diesem Durchschnitte in Fig. 4 ist noch ein Rest des Angulare (ang.) zu sehen, und deute ich die nach innen und unten vom Meckel'schen Knorpel gelegene kleine Knochenmasse (op.) als das Operculare, welches nur eine kurze Strecke in der Reihenfolge der Schnitte zu beobachten ist.

Somit haben wir ein Stadium aus den frühesten Anlagen der einzelnen zwischen dem Articulare und Dentale gelegenen Knochen beschrieben, und finden nun, dass sämmtliche Knochen des Unterkiefers bis auf das Articulare als Deckknochen angelegt sind und zeigen sich dieselben schon bei jüngeren Embryonen vom siebenten Tage in der Anlage, wo dieselben nur als Verdickungen in dem dicht gefügten Bindegewebe zu sehen sind. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung werden wir noch einige Veränderungen in der Form dieser Knochen, die den Unterkiefer zusammensetzen, hervorheben, wollen aber noch früher

das Os dentale an den folgenden zwei Durchschnitten aus dem distalen Theile des Unterkiefers in ihrer Entwicklung schildern.

Fig. 5 zeigt uns einen Schiefschnitt durch denselben Unterkiefer, an welchem *o* die obere Fläche, *u* die untere Fläche des Unterkiefers vorstellt. An dem oberen Rande des Unterkiefers ist der verdickte Epithelwulst des ektodermalen Überzuges, welcher nach innen zu in den epithelialen Überzug der Schleimhaut sich fortsetzt. Das Epithel *(Ep)* scheint verdickt, und es zeigt sich schon an seiner Oberfläche ein ähnlicher, in Verhornung begriffener Überzug von Zellen, wie man dies am Vogelschnabel im Allgemeinen beobachtet. Der Meckel'sche Knorpel (Mk.) ist von einem dichtgefügten Bindegewebe umgeben, an den nach aussen zu das Os dentale in Form eines Längsstreifens auf dem Querschnitte zu sehen ist. Der obere und untere Rand desselben erscheint theilweise verdickt, die Verdickung liegt mehr nach innen vom Rande; um denselben zieht ein stärkerer Bindegewebszug, der nach oben vom Unterkiefer über den Knochenrand in der Richtung gegen den Epithelüberzug als dichter Bindegewebswulst (Bg.) sich fortsetzt. Endlich zeigt sich das Os dentale in Fig. 6 auf dem Durchschnitte nicht mehr aus einer Lamelle bestehend, sondern es ist die Knochenlamelle des in Fig. 5 abgebildeten Dentale mehrfach verbogen, was darin seinen Grund hat, dass bereits anderweitige Knochenlamellen sich an die erstere anlegen, indem sich nach aussen von der Hauptlamelle ($dent._1$) eine zweite Lamelle ($dent._2$) ausgebildet hat und zwischen sich einen Hohlraum einschliesst, wodurch ein Winkel gebildet wird, dessen Schenkel gegen den oberen Rand *(o)* des Unterkiefers auseinander gehen und theilweise durch einzelne Knochenanlagen überdeckt erscheinen. Oberhalb des Knochens findet man eine dicht gefügte Bindegewebsmasse (Bg.), welche von der Knochengrenze in der Richtung gegen das verdickte Epithel (Ep.) des Unterkiefers zieht; zwischen ihr und der Epithelgrenze liegt noch eine Schichte von locker gefügtem Bindegewebe der Schleimhaut. Es zeigt sich hier im Os dentale ein Stadium, welches ähnlich einem früheren Stadium der Entwicklung des Unterkiefers bei den Säugethieren ist, wo gleichfalls durch die Entstehung einer nach aussen sich

bildenden Knochenlamelle von der ursprünglich angelegten ein Winkel gebildet wird, der sich ähnlich verhält, wie dies im vorderen Theile des Dentale bei den Embryonen der Vögel zu beobachten ist. Es entspricht demnach sowohl nach der ersten Anlage, als auch nach der späteren Formation das Dentale dem Unterkieferaste der Säugethiere, nur ist bei dem Vogelembryo der hintere Abschnitt des Dentale derart längere Zeit in einer Form erhalten, wie sie allen Anfangsstadien des Säugethier-Unterkiefers entspricht, während der distale Theil des Dentale die Bildungsform des Säugethierunterkiefers schon frühzeitig zeigt. Ich will hier noch bemerken, dass ich auch bei menschlichen Embryonen in meiner früheren Mittheilung[1] besonders hervorgehoben habe, dass die Bildungsweise des Unterkiefers weiter vorgerückt erscheint als im Proximalen, was auch damit übereinstimmt, dass die Schneidezähne früher als die übrigen entwickelt erscheinen.

Betrachten wir nun die ersten Entwicklungsvorgänge der Unterkieferknochen, die beim Hühnerembryo am siebenten bis achten Tage, beim Taubenembryo am zehnten bis eilften Tage auftreten, so können wir aus den bisherigen Schilderungen der Durchschnitte entnehmen, dass der Meckel'sche Knorpel in seiner ganzen Ausdehnung bedeutend an Umfang im Verlaufe der Entwicklung zunimmt; ferner von den verschiedenen Knochen, welche den Unterkiefer des Vogels zusammensetzen und die bei einigen Thieren im späteren Lebensalter vollständig mit einander verwachsen, nur das Os dentale und das Os articulare nach der Entwicklung dem Unterkiefer der Säugethiere entsprechen. Alle anderen Knochen, welche man am Unterkiefer der Vögel vorfindet, sind selbständige, in der Anlage als Deckknochen sich bildende Theile des Vogelunterkiefers, die zwischen die beiden erstgenannten eingeschoben werden; diese haben im Embryonalleben Anfangs nicht genau dieselbe Lage und Form wie am Unterkiefer des erwachsenen Thieres, weil die Zwischenschichten zwischen den einzelnen Knochen, die aus lockerem Bindegewebe entstehen, noch verhältnissmässig breit sind und bei der späteren Action der sich an

---

[1] F. Schenk, l.

diesen Knochen inserirenden Muskeln und durch das Engerwerden der bindegewebigen Vereinigungen Verschiebungen des Angulare und des Coronoideum sich zeigen; endlich treten noch, wie wir im Verlaufe der späteren Schilderung sehen werden, Knochenauflagerungen am Meckel'schen Knorpel auf, wodurch die benachbarten anliegenden eingeschobenen Deckknochen zum guten Theile nach auswärts und unten verschoben werden.

Wir wollen zunächst nun das Os dentale in den späteren Entwicklungsstadien noch mit Rücksicht auf den Vergleich desselben mit dem Unterkiefer der Säugethiere betrachten.

Aus der Serienreihe eines Taubenembryos (Fig. 7) von ungefähr 13—14 Tagen sehen wir an einem Durchschnitte durch den Unterkiefer an der Stelle, wo die beiden Meckel'schen Knorpel (Mk.) einander näher kommen, die Knochenmasse bedeutend verdickt, jedoch ist die Bifurcation der ursprünglich angelegten Platten ($dent._1$, $dent._2$) erhalten und schliesst dieselbe ein lockeres Bindegewebe (Bg.) ein, in welchem Gefäss- und Nervendurchschnitte (N. Gef.) eingelagert sind.

Die Knochenfurche *F* mündet am vorderen Theile des Schnabels, stellenweise nach aussen geöffnet (of.), und hängt mit dem subcutanen Bindegewebe zusammen; sie ist nur durch einige dichtere Züge von Bindegewebe an ihrer äusseren Grenze markirt, welche Bindegewebszüge sich auch an die Knochenwandung hinein fortziehen. Es ist also hier die Alveolarfurche nach aussen vom Meckel'schen Knorpel gelegen und am grössten Theil ihres Umfanges von Knochenmasse begrenzt, bis auf die kleine Unterbrechung, die dem subcutanen Bindegewebe anliegt. An dem benachbarten Schnitte sehen wir diese Alveolarfurche geschlossen, so dass die Knochenmasse, welche nach innen und unten vom Meckel'schen Knorpel gelegen ist, auf dem Querschnitte eine ringförmige Masse vorstellt und an der umschriebenen Stelle das Bindegewebe der Cutis mit dem in der Alveolarfurche nicht zusammenhängt.

Es ist demnach hier ein ähnlicher Vorgang wie an dem Unterkiefer der Säugethiere zu beobachten, wo die Alveolarfurche stellenweise geschlossen und stellenweise offen ist. Bei den Säugethieren dient dieses Verhalten dazu, um in zweck-

mässiger Weise aus den Hauptästen der Gefässe und Nerven Seitenäste zu den Zähnen abzugeben, bei dem Vogelembryo scheint dieses Verhalten des Os dentale auch beibehalten zu sein, und demnach ist das Os dentale in einem bestimmten Entwicklungsstadium ähnlich dem Unterkiefer der Säugethiere.

Die Reihenfolge der Schnitte lehrt, dass solche Unterbrechungen durch Knochenbrücken sich wiederholen, und scheint an einigen Stellen die Eröffnung mehr seitlich nach auswärts, an anderen mehr in der Richtung senkrecht zur Mundspalte nach innen gegen die Mundhöhle gelegen zu sein. Im vorderen Abschnitte des Unterkiefers, wo die beiden Meckel'schen Knorpel (Mk., Fig. 8) nahe an einander liegen und nur noch durch eine schwache Bindegewebschichte getrennt sind, kommt auch die Knochenanlage für das Os dentale von beiden Seiten mit einander in Berührung, die von jeder Hälfte des Unterkiefers gebildete Alveolarfurche *(F)* erscheint nicht mehr durch die Knochenmasse paarig begrenzt, sondern beide Furchen confluiren mit einander und bleiben von einem lockeren Bindegewebe ausgefüllt; Gefässe und Nerven (Gf., N.) sind auf dem Querschnitte beiderseits zu sehen, und ist die Alveolarfurche im Embryonalleben in dieser Höhe von Knochenmasse umgeben. Die Knochenmasse lagert sich theilweise an die innere, theilweise an die seitliche Fläche des Meckel'schen Knorpels, der in dieser Höhe gegen die Mundhöhle abgeflacht erscheint, so dass er auf dem Durchschnitt eine halbkugelförmige Form bildet, deren convexe Begrenzung der Knochenmasse zugewendet, während der abgeflachte Theil gegen die Mundhöhle gerichtet ist. Die Alveolarfurche unter den beiden Meckel'schen Knorpeln erscheint auch hier in gewisser Höhe proximalwärts grösser und wird distalwärts kleiner; sie reicht über den Meckel'schen Fortsatz hinaus und, wie die Reihenfolge der Querschnitte lehrt, geht auch die knöcherne Begrenzung nach vorne eine Strecke weit über die Meckel'schen Knorpel, wo die Lamellen des Os dentale mit einander unpaarig vereint sich zeigen.

Auch in dieser Höhe ist nach der Reihenfolge der Querschnitte die von beiden Seiten confluirte Alveolarfurche stellen-

weise durch eine knöcherne Umwucherung vollständig geschlossen, stellenweise gegen die Schleimhaut des Unterschnabels oralwärts geöffnet. An dem am meisten distalwärts gelegenen Querschnitte durch den Unterkiefer, wo keine Andeutung vom Meckel'schen Knorpel zu sehen ist, erscheint die Alveolarfurche geöffnet. Diese Öffnung gegen die Mundhöhle flacht sich allmälig ab und confluirt ein Theil des Bindegewebes innerhalb der Alveolarfurche mit dem anstossenden submucösen Bindegewebe der Schleimhaut.

Auf diese Weise lässt sich durch die Beobachtungen der Reihenfolge der Querschnitte constatiren, dass beim Embryo die Alveolarfurche des Os dentale, welche im ganzen Verlaufe ebenso wie beim Säugethiere stellenweise unterbrochen und stellenweise geschlossen ist, am vordersten Abschnitte geöffnet endet, wo die beiden Hälften mit einander confluiren, und nach unten von einer Knochenlamelle, welche aus den beiderseitigen, mit einander vereinigten Hälften des Os dentale gebildet wird, abgeschlossen erscheint. Ausserdem ist noch die verdickte Leiste am Epithel (Ep.) an beiden Rändern des Unterkiefers zu sehen, welche sich nach aussen über die Oberfläche des Schnabels fortsetzt.

Ferner zeigt Fig. 8 oberhalb der verschlossenen Alveolarfurche noch eine Erhebung von Knochenlamellen (Ter.), welche bald horizontal, bald vertical ziehen, die nach ihrer Lage jener Knochenterrasse entsprechen, welche mit der zu vergleichen ist, die bei den Säugethieren zu beobachten ist und der Alveolaranlage des Unterkiefers entspricht.

In der ganzen Ausdehnung des Os dentale ist in diesem Embryonalstadium von dieser Knochenterrasse über dem Alveolarcanal nichts zu sehen; sie beschränkt sich nur auf den distalen Abschnitt des Os dentale. Auch haben die Knochenlamellen nicht constant die ähnliche Richtung wie die Alveolen am Säugethier-Unterkiefer, und besitzt diese obere Furche, die von der Knochenmasse umgeben ist, eine ähnliche Form am Vogelunterkiefer, wie dies bei den Säugethieren beobachtet wurde. Es entspricht demnach auch mit Rücksicht auf die Formation der Alveolen die Knochenanlage am Os dentale zum guten Theile der des Säugethier-Unterkiefers.

Nehmen wir von demselben Embryo einen Durchschnitt durch das Os dentale proximalwärts (Fig. 9), so sehen wir, dass die Alveolarfurche nicht nach aussen seitwärts offen steht, sondern die Richtung desselben zieht mehr senkrecht gegen den Querdurchmesser der Mundhöhle. Die beiden Lamellen des Unterkiefers ($dent._1$, $dent._2$) sind mächtiger ausgebildet, die äussere Lamelle liegt nach aussen vom Meckel'schen Fortsatze (Mk.) und zieht auf dem Querschnitte durch die ganze Höhe des Unterkiefers.

Die innere Lamelle ($dent._1$), die Anfangs in den ersten Stadien sich mächtiger zeigte als die äussere ($dent._2$), liegt über dem Meckel'schen Fortsatze; diese beiden Knochenmassen sind von dem dichtgefügten Bindegewebe des Periostes umgeben, ebenso der Meckel'sche Knorpel. Die beiden knöchernen Lamellen ($dent._1$, $dent._2$) des Unterkiefers sind hier nicht mit einander verwachsen, weshalb die Alveolarfurche offen bleibt. Es ist dadurch eine Communication geschaffen zwischen der Höhle des Unterkiefers und der Oberfläche der Schleimhaut (Ep.). Hier können die Gefässe und Nerven (Gef. und *N*) aus dem Alveolarcanal *(F)* an die Schleimhautoberfläche (Ep.) hinausziehen. Ferner fassen die beiden Lamellen oralwärts eine Furche zwischen sich $(F_1)$, welche von dichtgefügtem Bindegewebe ausgefüllt ist und in dieser Höhe sich frei von Knocheneinlagerungen zeigt. An dasselbe, das hier zwischen den beiden Knochenlamellen eingelagert ist, legt sich das lockere Bindegewebe (Bg.) der Schleimhaut an. In den benachbarten Partien von diesem Schnitte, welche mehr proximalwärts reichen, sind die beiden knöchernen Formationen des Unterkiefers vereinigt, so dass die Alveolarfurche stellenweise abgeschlossen erscheint, und ist die aus diesem Bindegewebe bestehende Masse, welche an die Schleimhaut grenzt, durch knöcherne Gebilde von der Alveolarfurche, in der der Meckel'sche Knorpel liegt, getrennt. An ihm zeigt sich in dieser Höhe eine Knochenanlage nach unten und innen, die isolirt als selbständiger Knochen (op.) im Bindegewebe eingelagert ist und vom Dentale ($dent._2$) aus auch von dem angrenzenden Meckel'schen Fortsatze (Mk.) getrennt ist. Es ist dies ein Durchschnitt des Os operculare, das den Meckel'schen Knorpel beim Embryo verdeckt.

Von einem circa 12 *cm* langen Hühnerembryo (Fig. 10) haben wir den Durchschnitt eines Os dentale, an dem die Terrasse, welche ich der Alveolarformation der Säugethiere gleichstelle, deutlicher zu sehen ist; in ihr ist der Alveolarcanal *(F)*, der die Nerven führt, von dem mit Bindegewebe ausgefüllten Abschnitte, der oralwärts gerichtet ist, vollständig durch Knochenmasse getrennt; die oralwärts *(o)* gerichtete Furche $(F_1)$ ist zwischen den Knochenlamellen gelegen und mündet gegen die Schleimhaut hin mit einer weiteren Öffnung. Nachdem es hier in diesem Abschnitte bei den Vögeln nicht zur Bildung von Zähnen kommt, so passt sich auch diese Furche, welche bei den Säugethieren die angelegten und in Entwicklung begriffenen Zähne fasst, nicht der Zahnformation an, sondern bleibt längere Zeit offen und lässt auf dem Querschnitte, wie das in Fig. 10 deutlich zu sehen ist, das Bild eines Durchschnittes einer Alveolarformation *F*, ohne Zähne erkennen. Diese Furche enthält im distalen Theile nur Bindegewebe, im proximalen Theile des Unterkiefers tritt in derselben eine Knochenformation auf, die wir im weiteren Verlauf der Schilderung noch besprechen werden.

Bei denjenigen Vögeln, welche Zähne im Unterkiefer haben, konnte ich wegen Mangel an Material die Unterkieferbildung nicht verfolgen, jedoch gibt uns Fraisse[1] an, der einen ungefähr zehn Tage alten *Melopsithaccus* untersuchte, dass sich am Schnabel an der äussersten Spitze des Oberkiefers drei, am Unterkiefer zehn deutliche Zähne erkennen lassen. An Durchschnitten ergab sich die Anzahl derselben als eine bedeutend grössere. Interessant ist es, dass, wie Fraisse hervorhebt, im Unterkiefer die Papillen in gedrängter Ordnung erscheinen und an ihrem Grunde von Knochen umgeben werden, welche er als kleine Alveolen bezeichnet. Es ist bereits wiederholt die Vermuthung ausgesprochen worden, dass die Vorfahren der jetzigen Vögel Zähne besassen, und durch Entdeckungen in der nordamerikanischen Kreide (Gadow) an Odontornithen wurde diese Vermuthung mehr bekräftigt.

[1] P. Fraisse, Über die Zähne bei Vögeln. Vortrag der physikal.-medicin. Gesellschaft. Würzburg 1880.

Marsh[1] war derjenige, dem wir die ausführliche Schilderung der Vogelzähne verdanken; ausser ihm beschäftigte sich noch Blanchard[2] mit dieser Frage an jungen Exemplaren von *Cacatua*, der auch einen Zusammenhang der Zahnpapillen mit dem Kieferknochen beschreibt, indem derselbe von seinem Rande scharfe Plättchen aussendet, welche die Papillen zu umspannen suchen. Diesen Knochenplättchen soll nach Blanchard eine höhere Durchsichtigkeit zukommen als den übrigen Knochen. Die Zähne sollen bei *Cacatua* ähnlich wie bei den Bartenwalen später vom Kiefer umwachsen und unterdrückt werden.

An einem ziemlich reifen Embryo von *Melopsithaccus* studirte Braun[3] die Kieferränder, und kommt dabei mit Blanchard insoferne in Widerspruch, indem er als verkalktes Horn bezeichnet, was Blanchard als Dentin beschrieb.

Nach diesen Angaben, welche von verschiedenen Autoren vorliegen, ist es bald begreiflich, dass man bei dem Entwicklungsgange des Unterkiefers beim Vogel in einem Abschnitte, den wir als Os dentale bezeichnen, Formationen nachweisen kann, welche darauf hindeuten, dass nicht nur die Entwicklungsweise des Os dentale der Vögel in den ersten Phasen mit dem des Unterkiefers der Säuger übereinstimmt, sondern dass auch im Verlaufe der weiteren Entwicklung oberhalb des Alveolarkanals, in dem die Gefässe und Nerven ziehen, sich eine weitere Knochenmasse bildet, wie dieselbe aus den Fig. 8, 9 und besonders in Fig. 10 ersichtlich ist. Diese Terrasse entspricht der Anlage von Alveolen und umfasst einen gegen die Mundhöhle offenen Winkel, der von Bindegewebe ausgefüllt ist und auf dem Durchschnitte nicht nur nach seiner Lage, sondern auch nach seiner Form an Alveolarformationen erinnert. Bedenkt man noch dabei, dass diese Alveolarformation stellenweise von dem weiteren Alveolarcanale durch eine Knochenscheidewand

---

O. C. Marsh, Odontornithes. A Monograph on the extinct toothed Bird of North America. Washington 1880.

Blanchard, Observations sur la système dentaire chez les oiseaux. Compt.-rend., Tome 50, 1860.

M. Braun, Die Entwicklung des Wellenpapageies *(Melopsithaccus undulatus)*. Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut, Würzburg 1879.

unterbrochen ist (Fig. 10) oder in einzelnen Abschnitten auch mit dem Alveolarcanal in offener Communication steht (Fig. 9), so ist auch die Möglichkeit vorhanden, dass die Gefässe und Nerven, welche noch vor der Verknöcherung des Unterkiefers zu beobachten sind, stellenweise in den Hohlraum der Alveole ihre Abzweigungen abgeben können; an anderen Stellen ist dieselbe von dem darunterliegenden Alveolarcanal unterbrochen.

Aus all diesen Momenten geht es hervor, dass wir nicht nur durch die Entdeckung der Odontornithen in der nordamerikanischen Kreide darauf schliessen können, dass die Vorfahren der jetzigen Vögel Zähne besassen, sondern dass bei der Formation des Os dentale im Unterkiefer der Vögel während des Embryonallebens es thatsächlich zu ähnlichen Bildungen kommt, wie bei jenen Thieren, welche Zähne besitzen. Diese Thatsache zeigt es gleichfalls, dass die Alveolarformation als eine ererbte könogenetische Eigenschaft bei den jetzt lebenden zahnlosen Vögeln aufzufassen ist.

An den übrigen Knochen des Unterkiefers ist von Alveolarformationen nichts zu beobachten; dieselben sind, wie ich schon oben hervorgehoben habe, nur eingeschobene Stücke zwischen das Os dentale und articulare des Vogelunterkiefers.

Wenn wir die Epithelformation an der Schleimhaut, die den Unterkiefer bedeckt, verfolgen, so ist dieselbe nur in Form einer Verdickung, ähnlich einer Zahnleiste, bei den Säugethieren formirt. Einsenkungen derselben konnte ich an den von mir beobachteten Durchschnitten der Vogelembryonen nicht beobachten.

Der als Alveole beschriebene, vom Bindegewebe ausgefüllte Hohlraum, bleibt nicht in seiner Ausdehnung dauernd erhalten. Im vordersten Antheile des Os dentale schwindet derselbe und läuft allmälig aus, indem die die Alveole ausfüllende Bindegewebsmasse durch die Knochenbildung verdrängt wird. Im proximalen Abschnitte legt sich in die Alveole hinein eine beginnende Knochenformation, welche dem vorderen Ende des Os coronoideum entspricht. Diese zeigt sich Anfangs nur in Form einer äusserst dünnen Lamelle, welche in der Richtung zum proximalen Abschnitte des Unterkiefers oralwärts verdickt wird, so dass man auf dem Querschnitte des Unterkiefers neben

der oralen Verdickung in verschiedenen Höhen nach unten in entgegengesetzter Richtung den Knochen in Form einer äusserst dünnen Platte auslaufen sieht, die gegen die Höhle des Alveolarcanales gerichtet ist. Diese Knochenplatte befindet sich Anfangs nur in dem Abschnitte zwischen den beiden Ästen des Os dentale, so dass es den Anschein hat, als würde die Alveole des Os dentale vom Coronoideum stellenweise ausgefüllt werden. Es entspricht dies nur jenem Abschnitte des vordersten Theiles des Coronoideum, welcher in das Dentale eingeschoben ist.

Fig. 11 zeigt einen Durchschnitt durch den Unterkiefer eines 12 *cm* Hühnerembryos, an welchem *o* die ovale Fläche, welche mit Epithel bedeckt ist, vorstellt. Nach aussen sehen wir an einer umschriebenen Stelle *F* eine Federanlage angeschnitten. Der Theil des Unterkiefers, welcher dem Knochengebilde des Unterkiefers angehört, zeigt die beiden knöchernen Formationen des Os dentale ($dent._1$, $dent._2$), von welchen die äussere Lamelle ($dent._2$) nach oben verdünnt erscheint und nach unten zu sich dichter gestaltet. $Dent._1$ zeigt auf dem Durchschnitte eine dreieckige Form, dessen grösste Fläche nach innen gekehrt ist. Zwischen den beiden Ästen des Os dentale, die hier durch keine Überbrückung mit einander verbunden sind, liegt das Os coronoideum (cor), welches durch Bindegewebe in verhältnissmässig weiter Distanz von den beiden Ästen des Unterkiefers getrennt ist. Die untere Grenze des Os dentale läuft dick und abgerundet aus und liegt durch bindegewebige Massen dem Operculare (op.) an, welches mit seiner dünnen Schichte die innere Fläche des Meckel'schen Fortsatzes (Mk.) bedeckt, mit den seitlichen Verdickungen aber durch eine dicht gefügte bindegewebige Zwischenschichte mit den Dentalia vereinigt erscheint. Der eine Fortsatz des Operculare (op.) hängt mit der Hauptlamelle des Os dentale auch durch eine bindegewebige Vereinigung zusammen und verdickt sich an dieser Stelle, während die Verdickung im oberen Theile des Operculare ($op._2$) mit seiner Fläche der inneren Lamelle des Os dentale ($dent._1$), das gleichfalls hier dicker erscheint, durch eine dünne Verbindung vereinigt ist. Diese einzelnen Knochen liegen hier, wie der Querschnitt zeigt, um die Alveolarfurche herum, und zwar in der Weise, dass die obere Fläche vom Dentale und Coronoideum

(dent., cor.), die äussere Grenze vom Dentale ($dent._2$) gebildet wird, die untere und äussere Fläche wird durch das Operculare begrenzt. Es bilden daher die einzelnen Knochenstücke hier einen Knochenring um den Alveolarcanal, in welchem nebst lockerem Bindegewebe der Meckel'sche Knorpel und Durchschnitte von Nerven und Gefässen zu sehen sind.

Die Formation des Alveolarcanals ändert sich im weiteren Verlaufe proximalwärts dadurch, dass die Knochen, welche um den Alveolarcanal gelegen sind, stellenweise dicker werden, andere sich wieder bedeutend verdünnen, wodurch die Continuität der umgebenden Gewebe durch die eingeschobenen Knochenmassen verändert wird. So z. B. wird das Coronoideum dicker und grösser, während die beiden Dentaläste, die das Coronoideum zwischen sich fassen, auffällig verdünnt werden, ja geradezu linienartige Knochenlamellen auf dem Durchschnitte darstellen. Die Entfernung des Operculare von der inneren Lamelle des Dentale wird auffällig grösser, das Operculare selbst ist dicker geworden und das Bindegewebe um den Meckel'schen Fortsatz tritt stärker hervor. Vom äusseren Aste des Dentale ist nur noch die untere Partie stärker ausgebildet und wird auch die bindegewebige Trennung desselben von der entsprechenden Fläche des Operculare weiter. Der Meckel'sche Knorpel ist auffällig grösser.

In Fig. 12 stellt uns, soweit es sich um die einzelnen Knochenverhältnisse handelt, $dent._2$ die äussere Lamelle des Os dentale, $dent._1$ die innere Lamelle des Os dentale, op. das Operculare, cor. das Coronoideum, welches bereits dicker geworden ist, vor. Die Bindegewebsschichten (Bg.) um die Knochenanlage und zwischen denselben sind von dem umgebenden Gewebe der Schleimhaut deutlich abgegrenzt. Ep. zeigt uns das Epithel der Schleimhaut, Ms. die durchschnittenen Muskelfaserbündel der Kaumusculatur; ausserdem sind noch nach aussen vom Meckel'schen Fortsatze Durchschnitte von Gefässen und Nerven (Gef., N.) sichtbar. Die um den Meckel-schen Knochen gelagerten Knochenanlagen, welche rings den Alveolarcanal mit Hilfe der bindegewebigen Vereinigung umschliessen, werden proximalwärts durch den Ausfall des Operculare nur nach aussen vom Alveolarcanal sich vorfinden.

Derselbe wird demnach nach innen zu keine knöcherne, sondern nur eine bindegewebige Begrenzung zeigen. Überdies sind die Knochen nicht mehr frei und nur mehr von Bindegewebe umgeben, wie im distalen Abschnitte des Unterkiefers, sondern die Umgebung derselben wird durch die Kaumusculatur, welche bereits ziemlich stark ausgebildet ist, zum grössten Theile auf den Durchschnitten ausgefüllt. Der innere Theil des Dentale wird allmälig dünner, das Coronoideum, welches dicker wird, ist von durchziehenden Gefässen und Nerven stellenweise durchbrochen, und an der unteren Fläche des Unterkiefers liegen zwei von einander durch dichtes Bindegewebe getrennte Knochendurchschnitte, von denen der eine dem Angulare, der andere einem knöchernen Antheile des Coronoideum entspricht, welchen sich ganz proximalwärts die Anlage des Articulare anschliesst, so dass man im hintersten Abschnitte nur noch zwei Knochendurchschnitte findet, welche den Canalis alveolaris nach unten begrenzen und oben Theile des hintersten Ausläufers des Coronoideum zeigen.

Diese Verhältnisse bleiben auch längere Zeit beim Hühnerembryo nach dem Verlassen der Eischale erhalten, und geht die Trennung der einzelnen Knöchelchen erst in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres verloren, wobei auch durch Umänderung der Lageverhältnisse an einem Abschnitte des Verlaufes des Meckel'schen Knorpels eine bindegewebige Neubildung auftritt, welche in Knochen übergeht, so dass noch zur Zeit, wo man die Trennung der einzelnen Knochen durch die bindegewebige Vereinigung beobachten kann, der Meckel'sche Knorpel geschwunden ist.

An seine Stelle tritt auf den Durchschnitten ein entsprechend rundes Knochengebilde im proximalen Theile des Unterkiefers bis zur Höhe des Operculare auf, das stellenweise frei liegt, stellenweise von den anderen Knochen eingehüllt ist und durch den Alveolarraum zieht, den ich nach meinen bisherigen Beobachtungen an jener Stelle finde, wo der Meckel-sche Knorpel gelegen war. Ihm entsprechen auch an dem ausgebildeten Unterkiefer stärker und freier auslaufende Knochengebilde, wie man sie am Unterkiefer des Strausses besonders gut entwickelt sieht, während beim Huhn derselbe nur an

Durchschnitten sichtbar ist. Über dieses Knochengebilde werde ich nach Aufarbeitung des geordneten älteren Materials noch später berichten.

Zum Schlusse sehe ich mich noch veranlasst, an dieser Stelle Herrn Dr. Ritt. v. Lorenz, dem Custos am k. u. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien, für das mir zur Verfügung gestellte Material zum Studium der vergleichenden Anatomie der Vögel meinen wärmsten Dank auszuprechen.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Figur 1.

Durchschnitt in der Gegend des Unterkiefers vom Taubenembryo vom eilften Tage, wo das Coronoideum in seiner grössten Ausdehnung getroffen ist (Reichert, Oc. III, Obj. 2).

Mk. Meckel'scher Fortsatz.
*C* Os coronoideum.
*o* oralwärts.
*i* innen.
Ep. Epithel.
Ms. Muskel.
Gef. Gefässdurchschnitt.

### Figur 2.

Querschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryos in der Richtung gegen das Dentale.

Mk. Meckel'scher Knorpel.
*C* Os coronoideum.
ang. Os angulare.
syn. bindegewebige Vereinigung
*o* oben.
*i* innen.
Ms. Muskel.

### Figur 3.

Querschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryos in der Richtung gegen das Dentale.

cor. Os coronoideum.
ang. Os angulare.
Ms. Muskel.
dent. Os dentale.
Mk. Meckel'scher Knorpel.
Ep. Epithel.

### Figur 4.

Durchschnitt durch denselben Unterkiefer, wo das Os dentale und operculare zu sehen sind.

dent. Os dentale.

co. Os coronoideum.

op. Os operculare.

ang. Os angulare.

Mk. Meckel'scher Knorpel.

### Figur 5.

Ein Schiefschnitt durch denselben Unterkiefer.

*o* obere Fläche des Unterkiefers.

*u* untere Fläche des Unterkiefers.

*i* innere

*E* Epithelwulst.

Mk. Meckel'scher Knorpel.

dent. Os dentale.

Bg. Bindegewebswulst.

### Figur 6.

Das Os dentale desselben Embryos gegen das distale Ende des Unterkiefers.

dent. Os dentale.

$\text{dent.}_1$ Hauptlamelle.

$\text{dent.}_2$ äussere Lamelle.

*o* oberer Rand des Unterkiefers.

Bg. verdichtete Bindegewebsmasse.

### Figur 7.

Durchschnitt durch den Unterkiefer eines Taubenembryos in weiter vorgeschrittenem Stadium.

*f* Furche (Knochenfurche, Canalis alveolaris).

of. Öffnung der Furche.

Gef. Gefäss.

*N* Nerv.

*K* Knochensubstanz.

$\text{dent.}_1$ innere Lamelle des Unterkiefers.

$\text{dent.}_2$ äussere

Bg. Bindegewebe.

### Figur 8.

Durchschnitt durch den Unterkiefer eines Hühnerembryos vom 16. Tage der Entwicklung, in der Höhe, wo die beiden Meckel'schen Knorpel neben einander liegen.

Mk. Meckel'scher Knorpel.

*F* Alveolarfurche.

Gef. Gefässe.

*N* Nerv.

Ep. Epithel.

Ter. Terrasse.

**Figur 9.**

Durchschnitt durch das Os dentale desselben Embryo von Fig. 8, mehr proximalwärts.

dent.$_1$ innere Lamelle des Os dentale.

dent.$_2$ äussere

*F* Alveolarfurche.

$F_1$ oberer Abschnitt der Alveolarfurche mit dicht gefügtem Bindegewebe zwischen den Knochenlamellen des Os dentale.

Mk. Meckel'scher Knorpel.

Gef. Gefässdurchschnitt.

*N* Nervendurchschnitt.

op. Os operculare.

Bg. lockeres Bindegewebe der Schleimhaut.

**Figur 10.**

Durchschnitt durch den Unterkiefer eines 12 *cm* Hühnerembryos in der Höhe des Os dentale.

Dent.$_1$ }
Dent.$_2$ } die beiden Lamellen des Os dentale.

Mk. Meckel'scher Knorpel.

op. Stück des Os operculare.

*F* Alveolarfurche.

$F_1$ abgetrennter Theil der Alveolarfurche, einer Zahnalveole vergleichbar.

*o* oralwärts.

**Figur 11.**

Durchschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryos in der Höhe vom Anfange des Os coronoideum.

dent.$_1$ }
dent.$_2$ } Lamellen des Os dentale.

cor. Os coronoideum (vorderster Theil).

*o* orale Fläche.

Ep. Epithel.

Fe. Federanlage.

op. Os operculare.

Mk. Meckel'scher Fortsatz.

op.$_1$ unterer verdickter Ansatz des Operculare.

op.$_2$ oberer

*F* Alveolarcanal.

Gef. Gefäss.

*N* Nerv.

**Figur 12.**

Durchschnitt durch den Unterkiefer desselben Vogelembryos mit dem stärker angewachsenen Coronoideum und Operculare.

$\left.\begin{array}{l}\text{dent.}_1\\ \text{dent.}_2\end{array}\right\}$ Lamellen des Os dentale.

cor. Os coronoideum.

op. Os operculare.

Ep. Epithel.

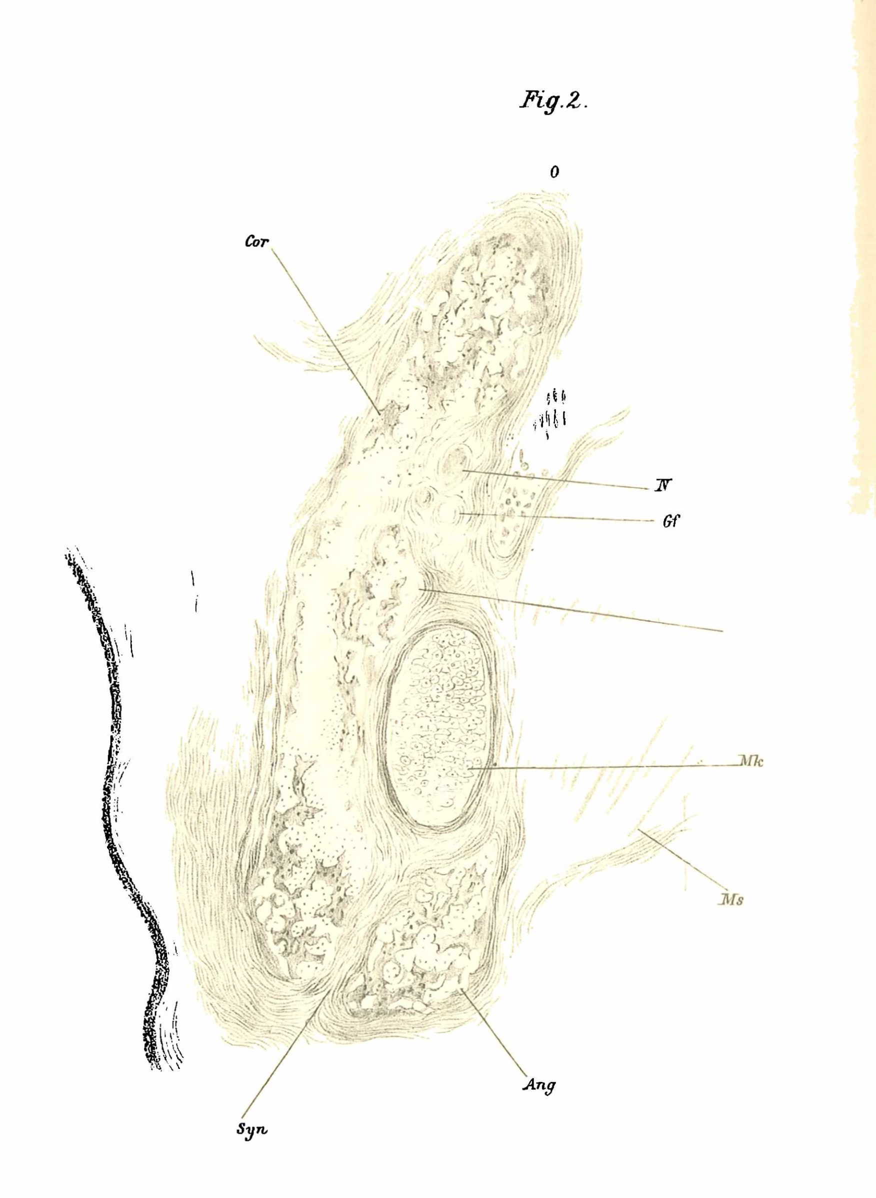
Ms. Muskel.

Mk. Meckel'scher Fortsatz.

Gef. Gefäss.

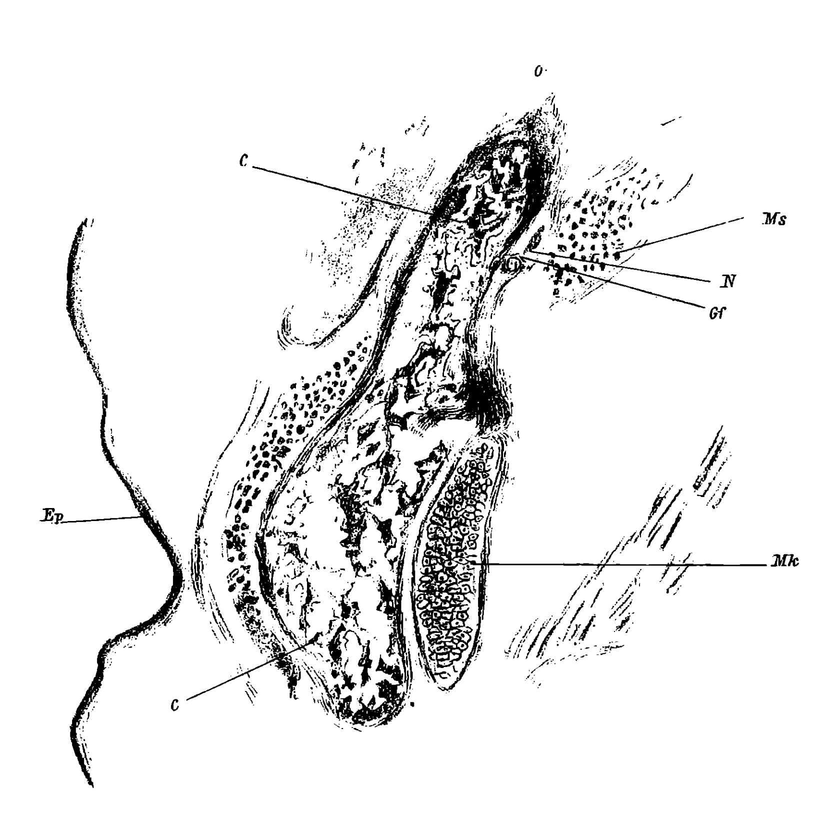
*N* Nerv.

Fig. 2.

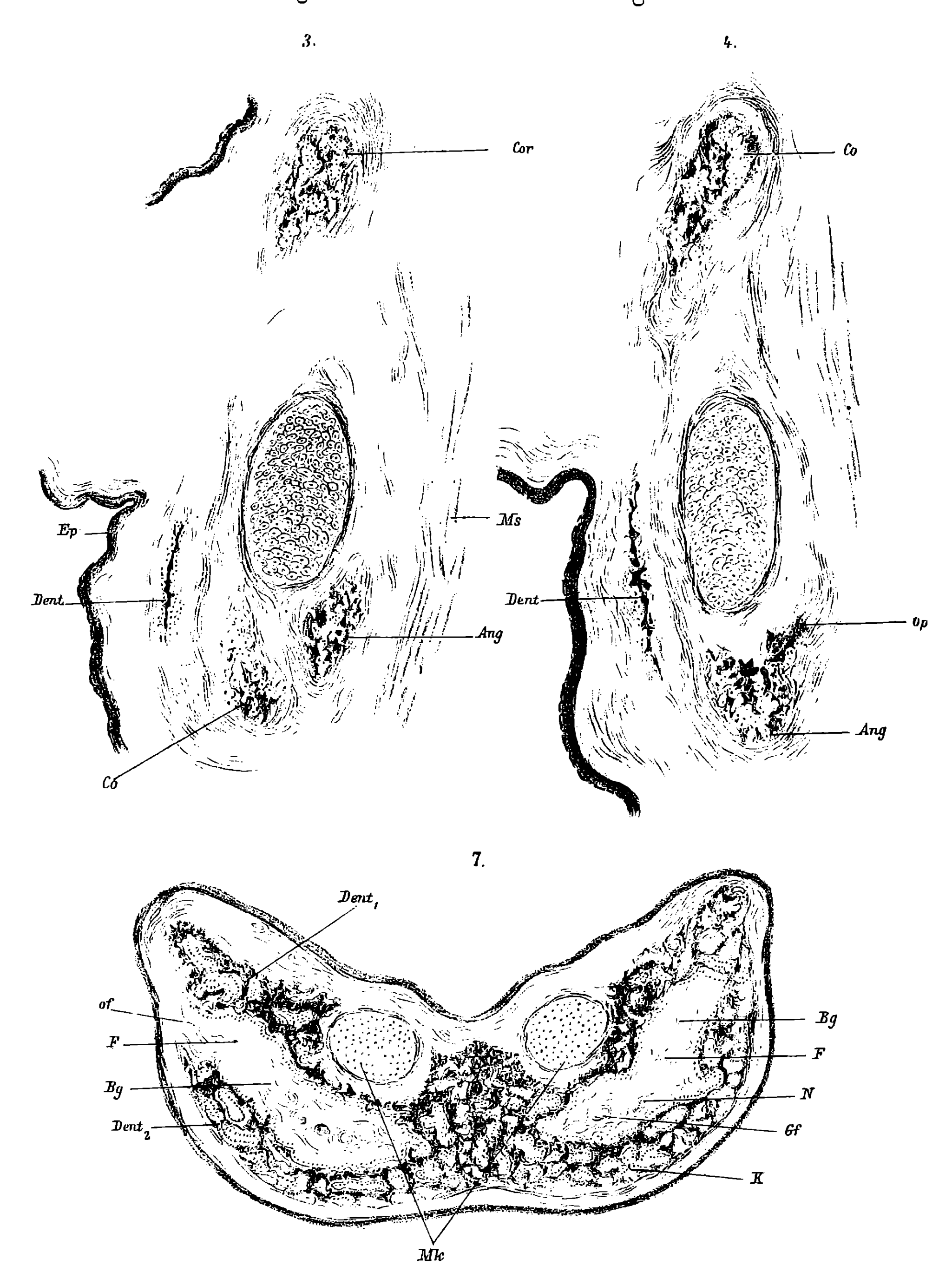



Autor del.

Fig. 1.

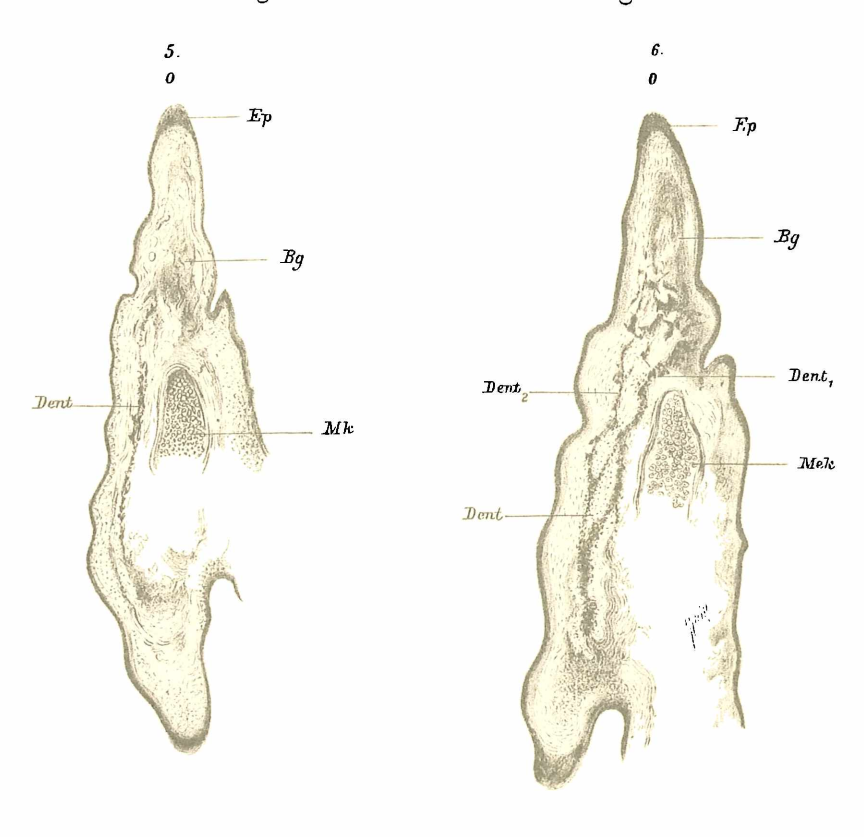



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien




Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

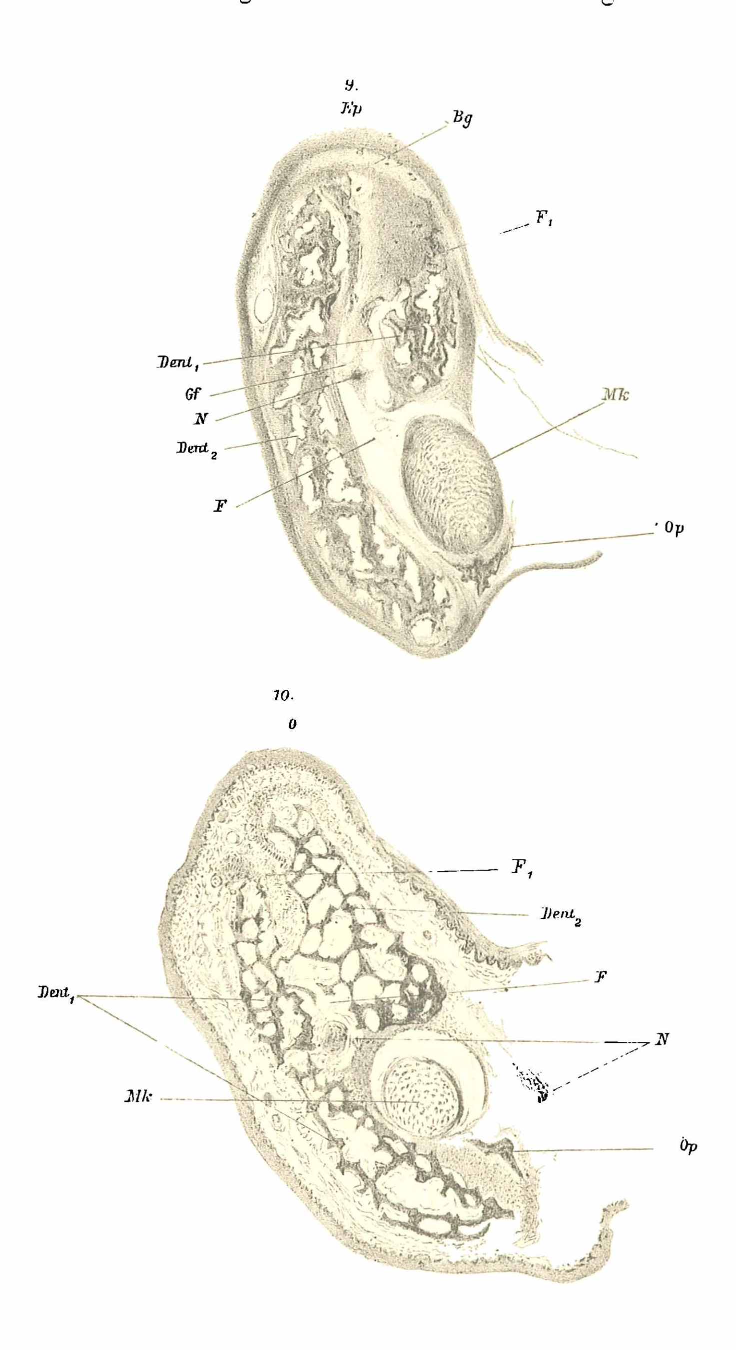



8.

Ep
F
Mk
F
Ter
Ep
N
Gf

Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien




Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien